

6/07

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-259788

(43)Date of publication of application : 08.10.1996

(51)Int.Cl.

C08L 67/04
C08J 5/00
C08K 3/00
// (C08L 67/04
C08L 21:00)

(21)Application number : 07-088621

(71)Applicant : CHUO KAGAKU KK

(22)Date of filing : 23.03.1995

(72)Inventor : KOYAMA MASATOSHI

(54) BIODEGRADABLE PLASTIC COMPOSITION

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a plastic compsn. which is excellent bath in three- dimensional structural properties and in biodegradability and is useful for a molded item used for a short time, such as a one-way container for food packaging.

CONSTITUTION: This compsn. comprises 30-78wt.% biodegradable aliph. polyester resin, 20-60wt.% inorg. filler, and 2-10wt.% elastomer having a 100% tensile stress of 5-100kgf/cm² and has a tensile elastic modulus of 20,000kgf/cm² or higher and a 50% breaking strength (by du Pont impact test using a 0.43mm- thick sheet) of 0.4J or higher.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-259788

(43) 公開日 平成8年(1996)10月8日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
C 0 8 L 67/04	LNZ		C 0 8 L 67/04	LNZ
C 0 8 J 5/00	CFD		C 0 8 J 5/00	CFD
C 0 8 K 3/00	K J Q		C 0 8 K 3/00	K J Q
// (C 0 8 L 67/04 21:00)				

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平7-88621

(22) 出願日 平成7年(1995)3月23日

(71) 出願人 391011825

中央化学株式会社

埼玉県鴻巣市宮地3丁目5番1号

(72) 発明者 小山 政利

埼玉県鴻巣市宮地3丁目5番1号 中央化学株式会社内

(74) 代理人 弁理士 小田島 平吉 (外1名)

(54) 【発明の名称】 生崩壊性プラスチック組成物

(57) 【要約】

【構成】

(A) 生分解性の脂肪族ポリエステル樹脂

30～78重量%

(B) 無機質充填剤

20～60重量%

及び

(C) 100%引張応力が5～100kgf/cm²

の範囲内にあるエラストマー

2～10重量%

よりなる組成物であって、引張弾性率が少なくとも20,000kgf/cm²であり且つ厚さ0.43mmのシート状でのデュボン衝撃試験による50%破壊強度が少なくとも0.4Jであることを特徴とする生崩壊性プラスチック組成物。

プラスチック組成物。

【効果】 優れた立体的な構造物性と生崩壊性とを併せ持っており、ワンウェイ食品包装用容器などの使用期間の短い成形品に有用である。

【特許請求の範囲】

- (A) 生分解性の脂肪族ポリエステル樹脂
(B) 無機質充填剤
及び
(C) 1.0×10^4 引張応力が $5 \sim 1.00 \text{ kgf/cm}^2$ の範囲内にあるエラストマー

【請求項1】

30～78重量%
20～60重量%

よりなる組成物であって、引張弾性モジュールが 0.000 kgf/cm^2 であり且つ厚さ $0.4 \sim 3 \text{ mm}$ のシート状でのデュロメータ衝撃試験による50%破壊強度が少なくとも 0.4 J であることを特徴とする生分解性プラスチック組成物

【請求項2】 エラストマー (C) が40～90重量%のポリブタジエンと10～60重量%のポリブタジエンとからなり、デュロメータ試験が8.5～11の範囲内の衝撃性バウンスを有し且つデュロメータ試験の末端に結合している熱可塑性エラストマーである請求項1記載の組成物

【請求項3】 エラストマー (C) がブタジエン、ポリブタジエン、ポリブタジエン及びイソブレン、ポリブタジエンからなる請求項1記載の組成物

【請求項4】 請求項1～3のいずれかに記載の組成物からつくられた成形品

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、優れた構造物性をもつ成形品に加工することのできる生分解性プラスチック組成物に関し、さらに詳しくは、各種成形品、特に包装容器その他の使い捨て容器の真空成形・射出成形等に適した生分解性プラスチック組成物に関する

【0002】

【従来の技術及び問題点】 従来、土壤中で微生物分解性を示す、いわゆる生分解性のプラスチックは種々知られている。これらのプラスチックのうち、脂肪族ポリエステルは微生物分解性において比較的優れたものであるが、中でもポリカプロラクトン樹脂やポリ乳酸樹脂は柔軟性が低く、樹脂単独では立体的な構造物性が要求されるトリーや弁当箱などのワンウェイ食品包装用容器等の素材としては不適当である。一方、ポリビタロキサン酸やポリ乳酸等の樹脂は柔軟性が低く、構造強度は大きい。しかし、衝撃性が低いため、落下や衝突などによる衝撃に対して割れを生じ易く、上記の如き用途に対してはやはり不適当である。

【0003】 これらの欠点を補うため、高分子科学者編集「93 vol. 12 No.9 (1972)」に報告されている、柔軟なポリカプロラクトン (PCL) に剛性のあるポリブタジエンとポリエステルとを添加することにより衝撃性を向上させる技術 [Polym. Preprint, Vol. 42 No.9 (1997), 3712 (1997)] をはじめとする、柔軟性の高い生分解性樹脂と高剛性の生分解性樹脂をブレンドして用いる強度を得ようとする

* 技術が近年種々報告されている。しかし、現在プラスチック廃棄物問題の原因となっている汎用樹脂の5割以上という高単価の上記高剛性を配合させて物性面の問題を解決したとしても、コストが高いため、本来の目的である廃棄物問題の解決にはなり得ないと考えられる。

【0004】 また、特開平6-172622号公報、特開平6-172621号公報及び米国特許第3,921,333号明細書には、柔軟な衝撃性の良好な生分解性樹脂成分に無機微粒子等の充填剤を加えることにより剛性を向上させることが提案されている。この提案の方法では、通常、組成物中の充填剤量が増加するに従って衝撃性の低下を引き起こし、現在汎用樹脂として使用されているポリプロピレンやポリスチレンに匹敵する剛性又は更にそれ以上の剛性を得るまで充填剤量を増加せよと実用上使用不可能な程度に衝撃性が低下してしまう。そこで、適度な衝撃性を保つ程度の充填剤量の組成物で実用的な剛性強度や構造強度を得ようとする

ると、剛性が不十分となるため、シート状素材の場合はその厚みを厚くしなければならず、棒状、肉厚の厚い構造物の場合は、更にその直径や厚みを増さなければならぬ。しかしながらそのような対応を行った場合には高価な樹脂原料を多量に使用する結果となり、成形効率の悪化、物品設計上の問題の増加、さらには輸送効率の悪化、資費の急増、廃棄物量の増加など、生分解性プラスチックが本来目的としている環境保全に対しても悪影響を及ぼす結果となる恐れが高くなる。

【0005】 他方、生分解性樹脂にエラストマーを添加した例として特開平6-166782号公報には、スチレン・系エラストマーをポリカプロラクトンに添加することが提案されている。この提案におけるエラストマーの添加の目的は衝撃性の改良ではなく、剛性特性のような加工性の向上であり、しかも、エラストマー配合量は組成物中80重量%まで可能というところからこの組成物からなる成形品が生分解性プラスチック成形品として使用された場合、生分解性や環境保全という面で不安がある。

【0006】 このように脆性不足の材料にエラストマーを使用するに二自体は既に知られているが、現在のことから、生分解性プラスチックの衝撃性を改善するための効果的な衝撃改質剤または自らが生分解性・衝撃改質剤には見いだされていないという点に注意される。

【0007】 しかしながら、高い構造強度と高い衝撃性を持つ低コストの生分解性ないし生分解性プラスチック組成物は現状の廃棄物処理問題を考える必要不可欠

なお、エラストマー(C)は、それ自体生分解性であれば、本発明のプラスチック組成物は樹脂成分がすべて生分解されて、自然環境中に残存しないので、それが望ましいことであるが、エラストマー(C)が生分解性でない場合には、その配合量を極力小さくすることが、自然環境に対して好ましい。しかし、エラストマー(C)の配合量を減らせば、得られる組成物の耐衝撃性は低下する傾向にあるので、最終組成物の用途に応じて実用強度に留意しながら配合量の低減化を図ることが好ましい。特に、脂肪族ポリエステル樹脂(A)の本発明組成物における配合割合をa重量%、エラストマー(C)の配合割合をb重量%とした場合、 $b/a + b$ の比が0.1以下、好ましくは0.03~0.07の範囲内に入るようにするのが望ましい。

【0030】本発明のプラスチック組成物は、脂肪族ポリエステル樹脂(A)、無機質充填剤(B)及びエラストマー(C)を熱熔融混合分散することにより製造することから、該熱熔融混合分散は、例えば、ローダー、ハンマーミキサー、ミキシングローラーを用いる通常の分散混合加工法を用いて行うことができる。しかしながら、これらの方法による加工を、配合物の溶融温度以上の温度で、溶剤や酸素を含む雰囲気中で長時間にわたって行なうと、脂肪族ポリエステル樹脂(A)の分解が生じ、組成物が変質、劣化することがあるため、加工に長時間を要する場合には乾燥した不活性ガス雰囲気中で実施することが望ましい。

【0031】或いは、特公平1-29126号公報に開示されている混合分散法を用い、混合物の高温保持時間が10~30秒以内、短時間で処理するのが好ましい。さらに、二軸押出機を用いて脂肪族ポリエステル樹脂(A)と無機質充填剤(B)とエラストマー(C)を直接分散することによっても、特性劣化の少ない組成物を得ることができ。

【0032】以下述べる如くして製造される本発明のプラスチック組成物は、少なくとも0.000kgf/cm以上、好ましくは0.000~0.000kgf/cm、さらに好ましくは0.000~35.000kgf/cmの範囲内の引張弾性率を有し、且つ厚さ0.4~3mmのシート状のテスト用衝撃試験による50%破壊強度が0.4J/11、好ましくは0.5~5J、さらに好ましくは0.5~3Jの範囲内にあることができる。

【0033】本明細書におけるテスト用衝撃試験による50%破壊強度は、撃破の先端径4.7mmのものを用い、衝撃時に撃破のシートを打ち抜くように、シート四方を固定し、種り落下高さを調節して測定し、JIS K7-211の計算方法を用いて得られた値である。

【0034】本発明の組成物は各種のプラスチック成形品に加えられるために使用することができる。本発明の組

成物からの成形品製造は、通常のプラスチックの成形加工法を用いて行なうことができる。例えば、単層または多層の押出成形法や射出成形法等、或いは押し、圧付成形法等を適用することから、必要により発泡構造とすることもできる。更に、これらの成形により得られたものがシート状である場合は、これに発泡成形、圧泡成形等の加工を加え、例えば食品包装用容器のとき希望の形状を付与することできる。

【0035】これらの加工に際して、通常樹脂加工に使用される、例えば酸化防止剤、界面活性剤、着色剤等の各種添加剤を必要に応じて添加してもよい。

【0036】

【発明の作用と効果】本発明の組成物及びそれを用いて製造される生崩壊性成形品は、高い引張弾性率(剛性)と高い耐衝撃強度を有し、かつ、この高い剛性は成形品に必要な強度を、少量の原材料で得られることを意味し、目的とする成形品を経済的に製造することからできることを示す。よって、食品包装用容器や各種インジェクション成型物を実用的に設計することが可能となる。

【0037】また、本発明の組成物は上記のように優れた剛性、耐衝撃性を有しているため、種別の成形品の構造を支える層として使用する場合には有用である。

【0038】本発明の組成物から成形される物品は本来天然にあって環境に悪影響を及ぼさない無機質微粒子を除いた樹脂成分のうち大部分が生分解し、一部生分解性ポリマーが残留したとしても組成物全体の10%以下であるため、例えば埋め立て処理を行っても一定期間後には形状を失って腐壊し、環境に与える負荷を小さく抑えることから、廃棄処理特性の極めて良好な廃棄物として処理することからできる。

【0039】かくして、本発明の組成物は、例えば、食品トレイや弁当容器等のウェイク食品包装用容器、野外で使用するコップ、皿、スプーン、フォーク、包装箱の中仕切、タタキ等のワンウェイ用品、更に植木鉢や農林業用の杭やセシ、コルプティ、種子散布用の籠、カート、その他使用期間が比較的短い成形品等に広く利用することからできる。

【0040】

【実施例】以下、実施例を挙げて本発明を更に具体的に説明するが、本発明はこれら実施例に限定されるものではない。なお、実施例および比較例において得られたシート及び成形品の物性評価、測定法はのちのとおりである。

【0041】物性の評価、測定法:

(1) エラストマーの100%引張弾力
エラストマーの性質の評価として100%引張弾力を用いる(JIS K6301)。

(2) 引張試験装置は島津製作所製オートグラフAGS-500Sを使用する。

(2) 引張弾性率

シートの剛性の評価として引張弾性率を用いる。(ASTM D882)

【0043】試験装置は品津製作所製オートグラフAG-5000Sを使用する。

【0044】(3) 衝撃試験
シートは衝撃性の評価として50%破壊エネルギーをデューボイン衝撃試験機を用いて求める。(JIS K7211 硬質プラスチックの落錐衝撃試験法則に準拠する)室温20℃、撃速半径4.7mm、錘は200gである。シートは四方を固定した。

【0045】(4) 膨・曲げ強度
成形品の剛性の評価として食品容器を成形し、その膨強度(図1参照)と曲げ強度(図2参照)を用いる。膨強度が低いと容器にラップを掛けるときに容器が変形してしまう問題がある特に自動ラッピングに掛ける場合は深刻である。また、曲げ強度が弱いと容器に内容物を詰め積み上げようとするにつれてしまったり、容器のためにも関係する強度なので内容物が入った状態で容器を持ったときに変形してしまったり、容器にラップを掛けるときに変形してしまったりする。以上、両強度は容器状の成形品にとって重要な強度で高い方が好ましい。試験装置は品津製作所製オートグラフAGS-5000Sを使用する。ただし、ハンドスピードは50mm/minとした。

【0046】実施例1

高速混合ミキサー(カワチ製、スーパーミキサー-SM G100)を一部改造し、混合槽を250℃まで昇温可能にした。エポキシエポキシカーバイト社製のポリカプロラクトン(CTONE P787;以FPLC)9.5kg、ワント工業社製のタルク(EVS)10kgを投入し混合加熱する。約20分経過後回転電動機の負荷が急増した時点で内容物を低回転の冷却タンクに放出し、回転を継続して空気を吹き付け冷却固化し、粒状のブレンド体を得た。

【0047】上記ブレンド体19.5kgに対し旭化成工業社製のスチレン・エタレン・ブチレン共重合体(SBS)であるタフレンA(ソフトセグメント60%;100%引張応力20kgf/cm²)0.5kgを加えミキサーにて予備混合し、その混合物を東芝機械製押出機SE-65(65mm口径タイプ)にて混練(設定160℃、樹脂温162℃)、1.2mm厚に押し出し、4.3mm厚のシートを得た。また、該シートを単発真空成形機により、ヒート温度200℃、加熱時間4分、径1.2m、1.2m、縦1.8cm、横1.2cm、深さ2.5cmの食品容器に成形し、強度試験とデューボイン衝撃試験を行った。シート及び容器の物性等の測定結果を第1表に示す。また、包装試験及び生分解試験を以下に如くして行った。

【0048】(包装試験)得られた試験シートに内容物200gを入れた後、自動フィルムグラマー(丸森機械

製、8000型)で、50個/分の速度でラップを掛け、問題なくラップ包装できた。

【0049】(生分解試験)また、得られた食品容器11個を5mm孔のナイロンの製の網袋に入れ、それを生ゴミ500kg、枳殻100kgを混合粉砕した混合物の中に投入し、2週間袋が破損しない程度に残りながら埋した。その後その混合物200kg当たり500kgの堆肥を加え埋し2ヶ月間経過した。その後網袋中のトレイを観察したところ形状は完全に消失し、かつ10mm四方の大きさの断片が一つも確認できる程度に分解していた。

【0050】実施例2

タフレンA 0.5kgを旭化成工業社製のSBSであるタフレン315(ソフトセグメント80%;100%引張応力20kgf/cm²)に変更した以外は、実施例1と同様の操作を行った。得られたシート及び容器の物性測定結果並びに生分解試験の結果を第1表に示す。

【0051】実施例3

タフレンA 0.5kgを旭化成工業社製のランダルSBRであるソルulen T414(ソフトセグメント60%;100%引張応力39kgf/cm²)に変更した以外は、実施例1と同様の操作を行った。得られたシート及び容器の物性測定結果並びに生分解試験の結果を第1表に示す。

【0052】実施例4

ポリカプロラクトン9.5kgを昭和高分子社製のヒオパール(≒3010)9.5kgに、そしてタフレンA 0.5kgを日本合成ゴム社製のスチレン・イソプレネー共重合体であるSIS5002(ソフトセグメント78%;100%引張応力9.6kgf/cm²)0.5kgに変更した以外は、実施例1と同様の操作を行った。得られたシート及び容器の物性測定結果並びに生分解試験の結果を第1表に示す。

【0053】実施例5

タルク10kgを12kgに、ポリカプロラクトン9.5kgを7.6kgに、そしてタフレンA 0.5kgを日本合成ゴム社製のランダムSBRであるE-SBR 0202番(100%引張応力35kgf/cm²)0.4kgに変更した以外は、実施例1と同様の操作を行った。得られたシート及び容器の物性測定結果並びに生分解試験の結果を第1表に示す。

【0054】実施例6

タフレンA 0.5kgを、東洋化学社の本産SBS系エラストマーであるウーロンSE5400BN(100%引張応力28kgf/cm²)0.5kgに変更した以外は、実施例1と同様の操作を行った。得られたシート及び容器の物性測定結果及び生分解試験結果を第1表に示す。

【0055】実施例7

タフレン A 0.5 kg を工業化学社製のオレフィン系のエラストマーであるポリブテン 3650 (100%引張応力 21 kgf/cm²) 0.5 kg に変更した以外は、実施例 1 と同様の操作を行った。得られた、シート及び容器の物性測定結果及び生分解試験結果を第 1 表に示す。

【0056】参考例 1 (生分解性エラストマーの製造)

(a) 菌体の分離及び同定

活性汚泥を酵母エキス培地に接種し、コロニーを出現させた (30℃、3日間)。そのコロニーのそれぞれを 4-ヒドロキシ酪酸ナトリウムを唯一の炭素源とする、窒素を制限した無機塩培地に培養し (30℃、4日間)、スターマンラック B で青黒に変色したコロニーと、ニールブルー A で着色して (25.4 mm) の紫外線で赤色に発光したコロニーを選別して得た。上記で選別されたそれぞれの菌株を AP120 NEG テストキッドで同定し、*Comamonas acidovorans* と同定される菌株を得た。

【0057】(b) 菌体の増殖

得られた菌株をニュートリント液体培地で (30℃、1日間) 培養し、菌体を増殖させた。

【0058】(c) 非リニアタール系エラストマーの発酵合成

得られた菌体を用いて、窒素源を含まない無機塩培地に 1-ヘンタールを培地 1 リットル当たり 10 g、1,4-エタンジオールを培地 1 リットル当たり 10 g 添加し培養した (30℃、2日間)。

【0059】(d) ポリエステルの精製及び同定

培養させた菌体を遠心分離機で集菌し、凍結乾燥機で乾燥させた。乾燥菌体をソクスメル抽出器を用いて熱クロロホルムで 5 時間浸漬し、抽出液をガラスフィルターでろ過した後、濃縮し、メタノール中に再沈させてポリエステルを得た。得られたポリエステルを硫酸メタノールで分解し、モノマーのメチルエステルを得た。カスクロマトグラフィー法 (カラム 1 (G.L. リン) にシス製 キーアヒラリ、カラム Neutra bond-1) にてモノマーの同定と組成比を測定し、更にポリエステルの IR、NMR を測定することにより、このポリエステルが 3-ヒドロキシ酪酸エステルが 18 重量%、4-ヒドロキシ酪酸エステルが 82 重量%、3-ヒドロキシ吉草酸エステルが 20 重量%からなる 3-ヒドロキシ酪酸・4-ヒドロキシ酪酸・3-ヒドロキシ吉草酸共重合体であることが確認された。

【0060】実施例 8

タフレン A 0.5 kg を、上記参考例 1 で得た 3-ヒドロキシ酪酸・4-ヒドロキシ酪酸・3-ヒドロキシ吉草酸共重合体 (100%引張応力 10 kgf/cm²) 0.5 kg に変更した以外は、実施例 1 と同様の操作を行

った。得られたシート及び容器の物性測定結果及び生分解試験結果を第 1 表に示す。

【0061】表 1 から明らかのように、本発明の組成物からなる成形品は、シートは引張弾性率が高いにもかかわらず、十分に高い衝撃強度を示した。また、上記容器も衝撃力に対して高い抵抗性を発揮した。更に、該容器は自動包装機に適用可能であった。

【0062】比較例 1

PCL を押出機にて 0.43 mm 厚にシート化し、以下、実施例 1 と同様に物性を評価した。シート及び容器の物性測定結果並びに生分解試験の結果を第 1 表に示す。表 1 からわかるように、PCL 単体では耐衝撃性は良好でも、剛性が劣るため容器が変形し、自動ラップ包装機には適用不可であった。

【0063】比較例 2

タフレン A 0.5 kg の代わりに、高速混合ミキサーに投入する PCL の量を 0.5 kg 増量した以外は、実施例 1 と同様の操作を行った。得られたシート及び容器の物性測定結果並びに生分解試験の結果を第 1 表に示す。

【0064】比較例 3

タフレン A 0.5 kg の代わりに、高速混合ミキサーに投入するポリオレフィンの量を 0.5 kg 増量した以外は、実施例 1 と同様の操作を行った。得られたシート及び容器の物性測定結果並びに生分解試験の結果を第 1 表に示す。

【0065】比較例 2～3 の成形品は、第 1 表に示すシート物性からもわかるように、剛性は十分であるが、耐衝撃性に劣るものであった。これらを自動包装機にかけたところ容器の破損が認められた。

【0066】比較例 4

タフレン A 0.5 kg を日本合成ゴム製のアクリロニトリロブタジエンシスチレン共重合体である ABS 10 (ブタセグメント 22.5%；100%引張応力は 10%以上伸びない) と測定値無し) 0.5 kg に変更した以外は、実施例 1 と同様の操作を行った。得られたシート及び容器の物性測定結果及び生分解試験結果を第 1 表に示す。

【0067】比較例 5

タフレン A 0.5 kg を鐘淵化学工業社製のメチルメタクリレート・ブタジエンシスチレン共重合体である B3-2 (ブタセグメント 40%；100%引張応力は 80%以上伸びない) 0.5 kg に変更した以外は、実施例 1 と同様の操作を行った。得られたシート及び容器の物性測定結果及び生分解試験結果を第 1 表に示す。

【0068】

【表 1】

*

第 1 表

		シート物性		容器物性			生分解試験*
		引張 弾性率 Kg/cm ²	デュボン 衝撃 E ₅₀ : J	腰 強度 Kg	曲げ 強度 Kg	自動ラップ機 適 性	
実 施 例	1	25800	0.76	0.44	3.25	良好	D
	2	25100	0.76	0.43	3.17	↓	↓
	3	25400	0.74	0.44	3.21	↓	↓
	4	22200	0.80	0.42	2.97	↓	↓
	5	28000	0.62	0.51	3.71	↓	↓
	6	26700	0.70	0.46	3.21	↓	↓
	7	25100	0.42	0.43	3.00	↓	↓
	8	26300	0.60	0.45	3.16	↓	↓
比 較 例	1	3580	2.23	0.19	0.98	不適(変形)	C
	2	25900	0.16	0.44	3.25	↓(破損多)	D
	3	21200	0.28	0.40	2.91	↓(破損多)	↓
	4	26900	0.25	0.46	3.24	↓(破損多)	↓
	5	26500	0.21	0.43	3.10	↓(破損多)	↓

* 生分解試験結果

- A : 変化無し C : 腐食大 (変形)
 B : 腐食小 D : ほほ崩壊 (消失)

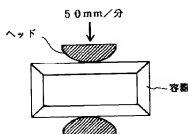
【図面の簡単な説明】

【図 1】 容器の剛性の評価のための腰強度の試験方法を
 示す概略図である。

* 【図 2】 容器の剛性の評価のための曲げ強度の測定方法
 を示す概略図である。

* 30

【図 1】



【図 2】

